

**JP2000136929**

Publication Title:

Micromechanical gradient sensor

Abstract:

A micromechanical gradient sensor having a substrate, a ring body which is mounted elastically above the substrate with the assistance of a first spring device, a driving device which is connected to the ring body for driving the ring body to rotary motions about the ring axis, and an acceleration sensing device which is secured to the ring body via a second spring device. The acceleration sensing device is designed in such a manner that, as a result of the centrifugal force acting due to the rotary motions, and as a result of the force acting against the spring tension of the two spring devices due to the gravitational acceleration, the acceleration sensing device is able to travel out along the sensor axis connecting it, and running through the ring axis. Also included is an evaluation unit for determining the excursion of the acceleration sensing device and for determining the angle of inclination of sensor axis relative to the perpendicular component

---

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-136929

(P2000-136929A)

(43)公開日 平成12年5月16日(2000.5.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 C 9/06  
G 0 1 P 15/00

識別記号

F I

G 0 1 C 9/06  
G 0 1 P 15/00

マーク〇(参考)

C  
A

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平11-303947

(22)出願日 平成11年10月26日(1999.10.26)

(31)優先権主張番号 19850066.1

(32)優先日 平成10年10月30日(1998.10.30)

(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(71)出願人 390023711

ローベルト ポツシュ ゲゼルシャフト  
ミット ベシュレンクテル ハフツング  
ROBERT BOSCH GESELL  
SCHAFT MIT BESCHRAN  
KTER HAFTUNG  
ドイツ連邦共和国 シュツットガルト  
(番地なし)

(72)発明者 カルステン フンク

ドイツ連邦共和国 シュツットガルト レ  
ハールシュトラーゼ 12

(74)代理人 100061815

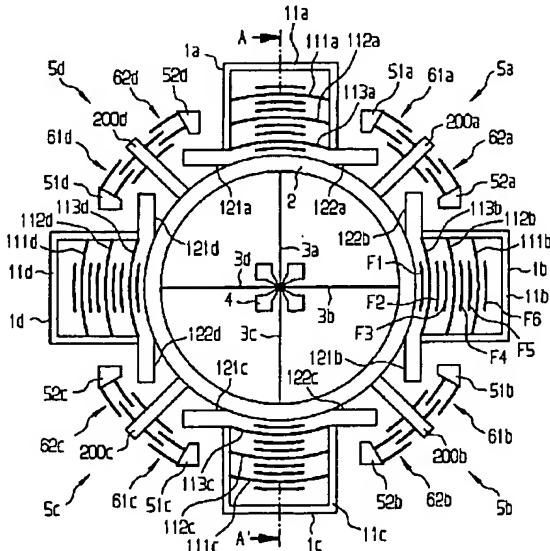
弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

(54)【発明の名称】マイクロ傾斜センサ

(57)【要約】

【課題】従来のマイクロ傾斜センサの欠点を取り除く。

【解決手段】加速度受信装置(1a, 1c)が次のように、すなわち、それが、回転運動によって作用する遠心力によって、かつ重力加速度によりばね装置(3a～3d, 121a～121d, 122a～122d)のばね緊縮力に抗して作用する力によって、センサ軸線(A-A')に沿って変位可能であるように、構成されている。更に、加速度受信装置(1a, 1c)の変位を把握して、鉛直線に対するセンサ軸線(A-A')の傾斜角を調べるための評価装置が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、基板上に第1のばね装置（3a～3d；3a'～3d'）によって弾性的に取り付けられているリング体（2）と、リング体（2）を駆動してリング軸線を中心として回転運動させるためのリング体（2）と結合された駆動装置（5a～5d；5a'～5d'）と、第2のばね装置（121a～121d，122a～122d；13a'～13d'）を介してリング体（2）に取り付けられている加速度受信装置（1a，1c；1b，1d；1a'，1c'；1b'，1d'）とを有し、その際加速度受信装置（1a，1c；1b，1d；1a'，1c'；1b'，1d'）は次のように、すなわち、それが、回転運動によって作用する遠心力によって、かつ重力加速度により両方のばね装置のばね緊縮力に抗して作用する力によって、リング軸線を通じて延びるセンサ軸線（A-A'）に沿って変位可能であるように、構成されており、更に、加速度受信装置（1a，1c；1b，1d；1a'，1c'；1b'，1d'）の変位を把握して、鉛直線（V）に対するセンサ軸線（A-A'）の傾斜角（α）を調べるために評価装置を有している、マイクロ傾斜センサ。

【請求項2】 制御装置が設けられており、この制御装置は、それが変位を常にゼロに制御するように、構成されており、その際鉛直線（V）に対するセンサ軸線（A-A'）の傾斜角（α）を制御信号から調べができる特徴とする、請求項1記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項3】 リング体（2）の外周に、半径方向で外方に向いた延長ビーム（200a～200d）が設けられていて、駆動装置（5a～5d；5a'～5d'）がコンデンサ板コーム構造体（61a～61d，62a～62d；61a'～61d'，62a'～62d'）によって形成されており、これらのコンデンサ板コーム構造体は、基板上に錨着された不動のコンデンサ板と、延長ビーム（200a～200d）に取り付けられた可動のコンデンサ板とを有していることを特徴とする、請求項1又は2記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項4】 リング体（2）が円形のリング体であり、この円形のリング体は複数の、有利には4つの、互いに90°ずらされているビームばね（3a～3d）を介して、リング軸線において基板上に設けられている保持柱（4）に取り付けられていることを特徴とする、請求項1から3までのいずれか1項記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項5】 加速度受信装置が、それぞれ第2のばね装置（121a～121d，122a～122d；13a'～13d'）を介してリング体（2）に取り付けられている少なくとも1対の互いに向き合っている加速度受信部（1a，1c；1b，1d）を有しており、その際各対の互いに向き合っている加速度受信部（1a，1

c；1b，1d）は次のように、すなわち、それらの加速度受信部が、回転運動により作用する遠心力によって、かつ重力加速度により両方のばね装置のばね緊縮力に抗して作用する力によって、リング軸線を通じて延びる両方の加速度受信部を結合しているセンサ軸線（A-A'）に沿って、連結されて変位可能であるように、構成されていることを特徴とする、請求項1から4までのいずれか1項記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項6】 加速度受信部（1a，1c）が、それぞれu形の複式ばね（121a，122a；121c，122c）を介して接線方向で円形リング体（2）に保持されているフレーム（11a，11c），有利にはu形フレーム、を有しており、これらのフレーム内にコンデンサ板コーム構造体が形成されており、このコンデンサ板コーム構造体は、基板上に錨着された不動のコンデンサ板（F1～F6）と、フレーム（11a，11c）に取り付けられた可動のコンデンサ板（111a，112a，113a；111c，112c，113c）とを有していることを特徴とする、請求項5記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項7】 リング体（2）が円形のリング体であり、この円形のリング体は複数の、有利には4つの、互いに90°ずらされているビームばね（3a'～3d'）を介して、基板上に設けられている保持柱（4a～4d）に取り付けられており、その際保持柱（4a～4d）はそれ90°ずつ互いにずらされて、ビームばね（3a'～3d'）の延長に設けられていることを特徴とする、請求項1から3までのいずれか1項記載のマイクロ傾斜センサ。

【請求項8】 加速度受信装置がリング体（2）の中央に配置された加速度受信部を有しており、この加速度受信部はセンサ軸線（A-A'）の方向に延びるビーム（1'）を有しており、このビームは、その端部からそれにに対して垂直に延びる4つのビームばね（13a'～13d'）を介して、リング体（2）の内周に取り付けられており、かつこの加速度受信部はコンデンサ板コーム構造体（1a'～1d'）を有しており、このコンデンサ板コーム構造体は基板上に錨着された不動のコンデンサ板（F1'～F3'）と、ビーム（1'）に取り付けられた可動のコンデンサ板（111a'～111d'，112a'～112d'，113a'～113d'）とを有していることを特徴とする、請求項7記載のマイクロ傾斜センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ傾斜センサに関する。

【0002】本発明は任意のマイクロ傾斜センサに適用可能ではあるが、本発明並びに本発明の根底をなす問題は、ケイ素表面のマイクロマシンのテクノロジーで製作

可能なマイクロ傾斜センサに関して説明する。

【0003】

【従来の技術】一般に傾斜センサは消費財工業及び建設業、例えば自動調整型水準器、自動調整型構築用レーザ、構造物の監視（橋の曲がり、構築物の傾斜など）のためのゼロ点が安定した重力加速度センサあるいは一般に警報技術、例えば船、乗用車、鉄道あるいは航空機のような車両において、広範囲に使用することができる。

【0004】現在の技術状態では、容量性のコーム構造体を有するマイクロ傾斜センサが公知である。しかしこのマイクロ傾斜センサはその静的な配向を重力場において把握することができず、単にその位置の変化を重力場において測定することしかできない。しかもこの変化は、それがある時間内に行われる場合にしか、把握することができない。ゆっくりとした変化は、従来のセンサ自体の作業点ドリフトから簡単には区別することができない。

【0005】要するに、上述の公知のものの欠点として、例えば材料疲労に基づく支持ビームの曲げの場合の極端にゆっくりとした変化は、例えば温度によるゼロ点ドリフトから区別することができないという事実が明らかになった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題はこのような従来のものの欠点を取り除くことである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため、本発明の構成によれば、マイクロ傾斜センサが、基板と、基板上に第1のばね装置によって弾性的に取り付けられているリング体と、リング体を駆動してリング軸線を中心として回転運動させるためのリング体と結合された駆動装置と、第2のばね装置を介してリング体に取り付けられている加速度受信装置とを有し、その際加速度受信装置は次のように、すなわち、それが、回転運動によって作用する遠心力によって、かつ重力加速度により両方のばね装置のばね緊縮力に抗して作用する力によって、リング軸線を通って延びるセンサ軸線に沿って変位可能であるように、構成されており、更に、加速度受信装置の変位を把握して、鉛直線に対するセンサ軸線の傾斜角を調べるための評価装置を有しているようにした。

【0008】

【発明の効果】この構成要素を具備したマイクロ傾斜センサは、その固有の配向を重力場内で測定することができ、その場合評価のために安定してゼロ位置にあるという利点を有している。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の根底をなす思想は、傾斜センサの感度方向が常に重力場に対して相対的に公知の時間関数で回転運動例えれば回転振動によって変化せしめ

られるということに存している。ドリフトによって作業点が変化すると、出力信号の振幅が変化するけれども、傾斜に関する情報は加速度受信部の出力信号の振幅内にではなくして、リング体の運動に対する出力信号の位相関係内にあるので、この情報はドリフトによって影響を受けることはない。

【0010】したがってこのセンサは、例えばエレベータ内で重力加速度が変化した場合に、間違った測定値を表示することもない。もちろんセンサは、センサの回転運動の軸線に対して回転軸線が平行である円形軌道上で動かされる場合には、間違った測定値を生ぜしめる。したがって主たる用途は最初に述べた分野にある。

【0011】従属請求項には本発明の有利な実施の形態が記載されている。

【0012】本発明の有利な1実施形態では、制御装置が設けられており、この制御装置は、それが変位を常にゼロにするように、構成されており、その際鉛直線に対するセンサ軸線の傾斜角を制御信号から調べることができる。

【0013】別の有利な1実施形態では、リング体の外周に、半径方向で外方に向けた延長ビームが設けられていて、駆動装置がコンデンサ板コーム構造体によって形成されており、これらのコンデンサ板コーム構造体は、基板上に錨着された不動のコンデンサ板と、延長ビームに取り付けられた可動のコンデンサ板とを有している。

【0014】別の有利な1実施形態では、リング体が円形のリング体であり、この円形のリング体は複数の、有利には4つの、互いに90°ずらされているビームばねを介して、リング軸線において基板上に設けられている保持柱に取り付けられている。

【0015】別の有利な1実施形態では、加速度受信装置が、それぞれ第2のばね装置を介してリング体に取り付けられている少なくとも1対の互いに向き合っている加速度受信部を有しており、その際各対の互いに向き合っている加速度受信部は次のように、すなわち、それらの加速度受信部が、回転運動により作用する遠心力によって、かつ重力加速度により両方のばね装置のばね緊縮力に抗して作用する力によって、リング軸線を通って延び両方の加速度受信部を結合しているセンサ軸線に沿って、連結されて変位可能であるように、構成されている。

【0016】別の有利な1実施形態では、加速度受信部が、それぞれU形の複式ばねを介して接線方向で円形リング体に保持されているフレーム、有利にはU形フレーム、を有しており、これらのフレーム内にコンデンサ板コーム構造体が形成されており、このコンデンサ板コーム構造体は、基板上に錨着された不動のコンデンサ板と、フレームに取り付けられた可動のコンデンサ板とを有している。

【0017】別の有利な1実施形態では、リング体が円

形のリング体であり、この円形のリング体は複数の、有利には4つの、互いに90°ずらされているビームばねを介して、基板上に設けられている保持柱に取り付けられており、その際保持柱はそれぞれ90°ずつ互いにずらされて、ビームばねの延長に設けられている。

【0018】別の有利な1実施形態では、加速度受信装置がリング体の中央に配置された加速度受信部を有しており、この加速度受信部はセンサ軸線の方向に延びるビームを有しており、このビームは、その端部からそれに對して垂直に延びる4つのビームばねを介して、リング体の内周に取り付けられており、かつこの加速度受信部はコンデンサ板コーム構造体を有しており、このコンデンサ板コーム構造体は基板上に錨着された不動のコンデンサ板と、ビームに取り付けられた可動のコンデンサ板とを有している。

#### 【0019】

【実施例】本発明の実施例は、図面に示されており、以下において詳細に説明する。図面においては同じ符号が同じか又は機能が同じ要素を示している。

【0020】図1において、符号A-A'はセンサ軸線を示し、符号1a～1dは加速度受信部を示し、符号2はリング体を示し、符号4は保持柱を示し、符号3a～3dはビームばねを示し、符号200a～200dは延長ビームを示し、符号5a～5dはコーム駆動装置を示し、符号51a～51d、52a～52dは錨着部を示し、符号61a～61d、62a～62dはコンデンサ板コーム構造体を示し、符号121a～121d、122a～122dはu形ばねビームを示し、符号11a～11dはu形フレームを示し、符号111a～111d、112a～112d、113a～113dは可動のコンデンサ板を示し、符号F1～F6は不動のコンデンサ板を示す。

【0021】公知のマイクロ傾斜センサと同じテクノロジーで製作することのできる第1実施例によるマイクロ傾斜センサは、基板(図示せず)を有しており、この基板上にビームばね3a～3dによって円形のリング体2が弾性的に取り付けられていて、このリング体は回転運動を、それも時計のテンプ輪と同じような回転運動を行うことができる。それぞれ互いに90°だけずらされている4つのビームばね3a～3dは中央のリング軸線のところで基板上に設けられている保持柱4に取り付けられている。

【0022】リング体2には、リング体2をリング軸線を中心として回転運動するように駆動するための、コンデンサ板コーム構造体61a～61d、62a～62dを有する4つのコーム駆動装置5a～5dの形の駆動装置が結合されている。特に、リング体2の外周に、半径方向で外方に向いている延長ビーム200a～200dが設けられており、これらの延長ビームは、それに取り付けられた可動のコンデンサ板を有している。基板上に

は、錨着部51a～51d、52a～52dに錨着された不動のコンデンサ板が設けられている。

【0023】4つの別個の加速度受信部1a～1dは接線方向でリング体2に配置されていて、1対ずつ向き合って、センサ軸線A-A'に沿ってかつそれに対して垂直に延びる軸線に沿って、設けられている。これらの加速度受信部1a～1dはこの実施例ではそれぞれ、剛性のu形フレーム11a～11dから成っており、このu形フレームは柔らかいu形ばねビーム121a～121d、122a～122dによってリング体2に結合されている。それぞれのu形フレーム11a～11d内には円弧形のコンデンサ板111a～111d、112a～112d、113a～113dが取り付けられていて、リング体2、所属のu形ばねビーム121a～121d、122a～122d及び所属のu形フレーム11a～11dと一緒に可動である。

【0024】この場合、コンデンサ板111a～111d、112a～112d、113a～113d及び不動の対向電極(不動のコンデンサ板)の円弧形の形状によって、ごくわずかな遠心力を有する純粋な回転運動は何らの加速度信号も生ぜしない。

【0025】これらの可動のコンデンサ板と向き合って、不動の対向電極(コンデンサ板)F1～F6が基板上に対をなして設けられている。図面を見やすくするために、この符号F1～F6は単に加速度受信部1bにおいてだけ記されている。これらの対向電極F1～F6はコンデンサ板111a～111d、112a～112d、113a～113dとともに、加速度若しくは力の測定のための差容量を形成する。

【0026】この加速度受信部の感度方向は半径方向、つまりセンサ中心点若しくはリング中心点の方向である。

【0027】リング体は傾斜測定のために、その中心点を中心として有利には数度の比較的にわずかな振幅の回転運動を励起される。このために、リング体2と固く結合されている静電コーム駆動装置5a～5dが役立つ。懸架部(錨着部)に取り付けられている不動のコンデンサ板が交番に電圧を印加されると、センサ構造体全体の前述の回転運動が生ぜしめられる。これの基礎となる力のメカニズムは公知であり、電界の力によって生ぜしめられるコンデンサの表面増大に基づくものである。

【0028】回転運動の際に、加速度受信部1a～1dに半径方向加速度が生じ、この半径方向加速度は内在している不均衡に基づいて互いに相殺せず、加速度受信部1a～1dによって測定される。

【0029】ところで傾斜センサが、図3に示すように、センサ軸線が鉛直線Vに対して角度α(水平線Hに対して90°-α)の状態で、重力場に入れられると、半径方向加速度に対して付加的に、なお重力加速度が加わり、それも、センサ軸線A-A'に対して平行な

成分  $m \cdot g \cdot \cos \alpha$  (加速度受信部 1a 及び 1c に作用する) 及びセンサ軸線 A-A' に対して垂直な成分  $m \cdot g \cdot \sin \alpha$  (加速度受信部 1b 及び 1d に作用する) として加わる。

【0030】回転運動に基づく半径方向加速度はすべての加速度受信部 1a~1d に対して回転点若しくはリング中心点から離れる方向に作用するのに対し、重力加速度は同じ向きに作用する。

【0031】したがって半径方向加速度は、リング中心点に関して互いに逆向きに取り付けられている 2 つの加速度受信部 1a, 1c 若しくは 1b, 1d の加速度信号を

$$\begin{aligned} a &= g \cdot \cos(\psi + \alpha) + a_R \\ \psi &= \psi_0 \cos(\omega t) \\ \omega_s &= \psi_0 \omega \cos(\omega t) \\ a_R &= r \omega_s^2 \\ a_R &= r \psi_0^2 \omega^2 [(1/2) + (1/2) \cos(2\omega t)] \\ a_1 &= g \cdot (\cos \psi \cos \alpha - \sin \psi \sin \alpha) + a_R \\ a_2 &= -g \cdot (\cos \psi \cos \alpha - \sin \psi \sin \alpha) + a_R \end{aligned}$$

この場合加速度  $a_1$  及び  $a_2$  はリング中心点に関して互いに向かい合っている 2 つの加速度受信部の信号である。

【0034】電子的な信号処理装置における復調は以下に説明するようにして行われる。

【0035】電子的な差形成によって半径方向加速度が消去される:  $a_1 - a_2 = 2g \cdot (\cos \psi \cos \alpha - \sin \psi \sin \alpha)$  続いて行われる同期復調においてこの差信号にセンサ信号の時間関数が乗せられる:

$$\begin{aligned} y &= 2g \cdot (\cos \psi \cos \alpha - \sin \psi \sin \alpha) \cdot \cos \psi \\ y &= 2g \cdot [(1/2) + (1/2) \cos(2\psi)] \cos \alpha - (1/2) \sin(2\psi) \sin \alpha \\ y &= g \cdot [ [1 + \cos(2\psi)] \cos \alpha - \sin(2\psi) \sin \alpha ] \\ y &= g \cdot [ \cos \alpha + \cos(2\psi) \cos \alpha - \sin(2\psi) \sin \alpha ] \\ y &= g \cdot [ \cos \alpha + (1/2) [\cos(2\psi - \alpha) + \cos(2\psi + \alpha)] \\ &\quad - (1/2) [\cos(2\psi - \alpha) - \cos(2\psi + \alpha)] ] \\ y &= g \cdot [ \cos \alpha + \cos(2\psi + \alpha) ] \end{aligned}$$

積  $y$  の結果は、コンスタントな項  $\cos \alpha$  と、回転振動の 2 倍の周波数で生じる正弦形の項  $\cos(2\psi + \alpha)$  を有している。今や、ローパスフィルタを介して、角度情報をだけを含んでいるコンスタントな項を取り出すことができる。

【0036】したがって傾斜センサは単に 2 つの加速度受信部 1a, 1c だけで運転して、数値修正を行うか、あるいは 4 つの加速度受信部 1a, 1c 及び 1b, 1d で運転して、重力場内で配置されている傾斜センサが傾きせしめられた角度  $\alpha$  を得るために周波数変調及び位相変調の復調を行うことができる。

【0037】生ぜしめられる、不都合な、しかしシステムに内在する半径方向加速度は、センサ中心点に関して互いに向かい合っている 2 つの加速度受信部の信号減算によってほぼ消去することができるけれども、しかしながら

減算することによって、消去することができる。

【0032】その結果は、リング体 2 の有利には正弦波形の角速度で変調された 2 倍の重力加速度に比例する測定信号である。この測定信号は、両方のセンサが地球中心点に対して正確に鉛直に向けられている場合に、換言すれば  $\alpha = 0$  である場合に、まさに最大である。

【0033】このことは詳細には次のように導き出すことができる: 鉛直線に対して角度  $\alpha$  の加速度受信部によって、角度  $\psi$  の変調で測定される加速度  $a$  は、次式によって与えられる:

時間の関数としてのセンサ振動角度

回転振動の角速度

半径方向加速度

ら有利には加速度受信部の間隔はセンサ中心点に直ぐ接しておかかる。なぜなら半径方向加速度は半径に逆比例するからである。同様に回転運動の周波数も有利には低く選ばれる。なぜなら半径方向加速度は角速度の二乗に比例するからである。適当に寸法決めすると、これらの半径方向加速度はマイクロ構造のために重力加速度の範囲内にあり、したがって同じ大きさであり、個々の加速度受信部の過制御を生じることはない。

【0038】図 2 は本発明の第 2 実施例としてのマイクロ傾斜センサを示す。

【0039】図 2 においては、既に述べた符号に対して付加的に、符号 5a' ~ 5d' コーム駆動装置; 51a' ~ 51d', 52a' ~ 52d' 錫着部; 61a' ~ 61d', 62a' ~ 62d' コンデンサ板コーム構造体; 3a' ~ 3d' ビームばね; 4a ~ 4d 保持柱; 13a' ~ 13d' ビームばね; 111a' ~ 111d', 112a' ~ 112d', 113a' ~ 113d' 可動のコンデンサ板; F1' ~ F3' 不動のコンデンサ板及び S1 ~ S4 錫着部が記入されている。

【0040】この第 2 実施例においては、リング体 2 はやはり円形のリング体であるが、それぞれ互いに 90° だけずらされている 4 つのビームばね 3a' ~ 3d' を介して、それぞれ基板に設けられている保持柱 4a ~ 4d に取り付けられており、その際保持柱 4a ~ 4d はそれぞれ互いに 90° だけずらされて 4 つのビームばね 3a' ~ 3d' の延長線上に設けられている。

【0041】この場合加速度受信装置はリング体 2 の中心部に配置された 4 つの加速度受信部 1a, 1b, 1c, 1d を有していて、この加速度受信装置はセンサ軸線 A-A' の方向に延びるビーム 1' を備えており、このビームはそれに対して垂直にその端部から延びる 4 つのビームばね 13a' ~ 13d' を介してリング体 2 の

内周に取り付けられている。

【0042】所属のそれぞれのコンデンサ板コーム構造体は基板上に錨着された不動のコンデンサ板F<sub>1'</sub>～F<sub>3'</sub>と、ビーム<sub>1'</sub>に取り付けられた可動のコンデンサ板<sub>111a'～111d'</sub>, <sub>112a'～112d'</sub>, <sub>113a'～113d'</sub>とを有しており、これらのコンデンサ板はそれぞれ円弧形に形成されている。

【0043】円形リング体の駆動はやはり既に述べたコーム駆動装置<sub>5a'～5d'</sub>を介して行われる。コーム駆動装置<sub>5a'～5d'</sub>は寸法が異なるだけで、第1実施例のコーム駆動装置<sub>5a'～5d'</sub>と同じように構成されている。

【0044】この第2実施例の利点は、支障となる半径方向加速度が現れないことである。それは、加速度受信部が中央に配置されているからである。

【0045】もちろんこの傾斜センサはその個々の加速度受信部を、周知技術の電子的位置制御装置によってやはりそのゼロ位置に保たなければならない。そうでないと、加速度に基づくサイズモ系の重心点の変位によってセンサ中心点から外され、半径方向加速度が再び生ずるからである。

【0046】この電子的な制御装置は例えば次のように働くことができる。すなわち、コーム構造体が位置決定のためにも、また運動の修正のためにも役立つようになる。この場合変位の測定は制御の短い中断内で行われる。なぜならコーム構造体の種々の制御を必要とするからである。

【0047】加速度受信部の感度方向は図示の構造ではセンサ軸線A-A'に沿っている。これによってこのセンサエレメントはやはりこの方向で取り付けて、重力場内で配向された測定を行い得るようにしなければならない。これに対して図1に示したセンサエレメントは図平面内でどのような角度でも取り付けることができる。

【0048】以上、本発明は有利な実施例によって説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の形式で変化させることができる。

【0049】特に駆動装置はコーム型駆動装置に限定されるものではなく、電磁的な駆動装置であってもよく、あるいはバイメタル効果の意味での局所的な加熱に基づくものであってもよい。

【0050】またリング体は多角形の対称的形状を有することもできる。

【0051】評価は数値調整によって、あるいは差測定法によって行うことができる。

【0052】傾斜センサの製作形式もケイ素表面のマイクロマシンのテクノロジーに限定されるものではなく、その都度の必要性及び使用分野に応じて任意に適合させることができる。

【0053】本発明によるセンサは一次元の傾倒を測定することができる。多次元の傾倒を測定するためには複数のこのようなセンサを適当に組み合わせることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例としてのマイクロ傾斜センサを示した図である。

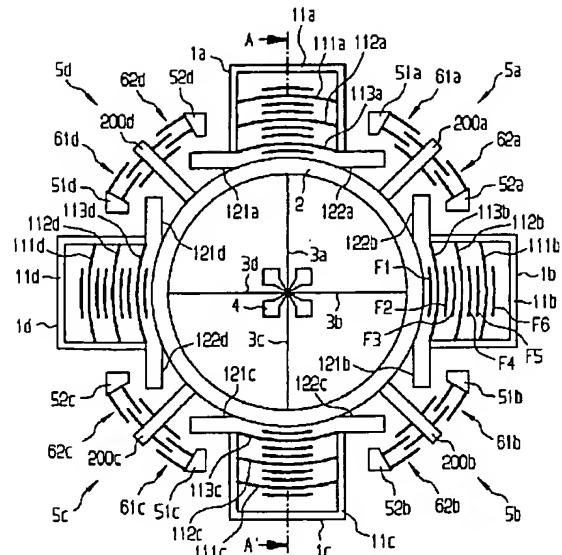
【図2】本発明の第2実施例としてのマイクロ傾斜センサを示した図である。

【図3】本発明による傾斜測定法を説明するための概略図である。

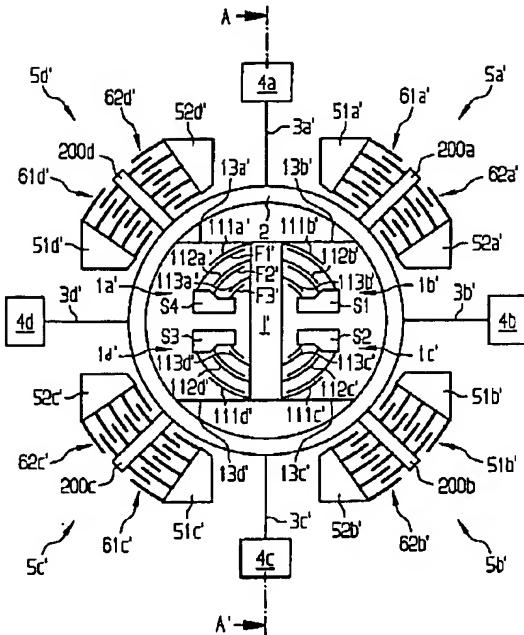
#### 【符号の説明】

1' ビーム、 1a～1d, 1a'～1d' 加速度受信部、 2 リング体、 3a～3d, 3a'～3d' ビームばね、 4, 4a～4d 保持柱、 5a～5d, 5a'～5d' コーム駆動装置、 11a～11d u形フレーム、 13a'～13d' ビームばね、 51a～51d, 51a'～51d', 52a～52d, 52a'～52d' 锚着部、 懸架部、 61a～61d, 61a'～61d', 62a～62d, 62a'～62d' コンデンサ板コーム構造体、 111a～111d, 111a'～111d', 112a～112d, 112a'～112d', 113a～113d, 113a'～113d' 可動のコンデンサ板、 121a～121d, 122a～122d u形ばねビーム、 200a～200d 延長ビーム、 A-A' センサ軸線、 F<sub>1'～F\_6</sub>, F<sub>1'～F\_3'</sub> 不動のコンデンサ板、 対向電極、 S<sub>1～S\_4</sub> 锚着部、 V 鉛直線、  $\alpha$  角度、  $\psi$  角度

【図1】



【図2】



【図3】

